

# NETZSCH

Proven Excellence.

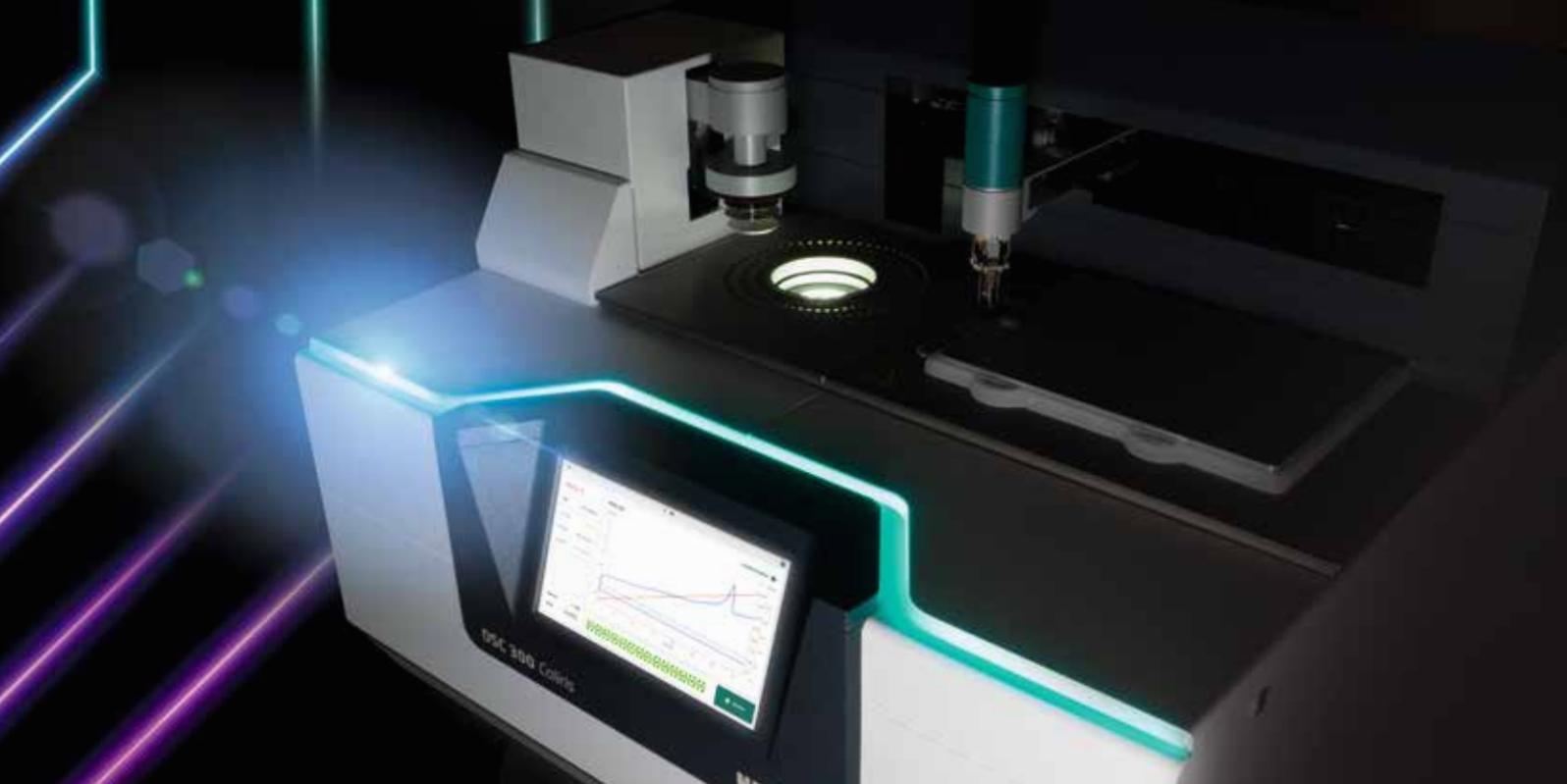


## 示差走査熱量計

## DSC 300 *Caliris*® シリーズ

Method, Technique, Applications

Analyzing & Testing



# DSC 300 Caliris® Series

物性の研究では、研究開発、品質管理、受託試験、応用のための物性調査などのあらゆる場面において、温度や雰囲気の変化したときに物質の挙動がどのように変化するかを正確に把握することが重要です。

## DSC 300 Caliris® 活用例:

- 材料物質同定
- プロセス最適化
- 品質管理
- 状態図作成
- 反応速度論的解析
- 相溶性評価

## DSC測定主要項目

- 融点 / エンタルピー
- 結晶化温度 / エンタルピー
- 比熱容量
- 固体脂肪含量 (solid-fat content)
- 多形性
- 固体—固体 相転移
- 液体—結晶 相転移
- 結晶化度
- 硬化 (度)
- ガラス転移
- 酸化安定性
- エイジング
- 純度
- 分解開始温度

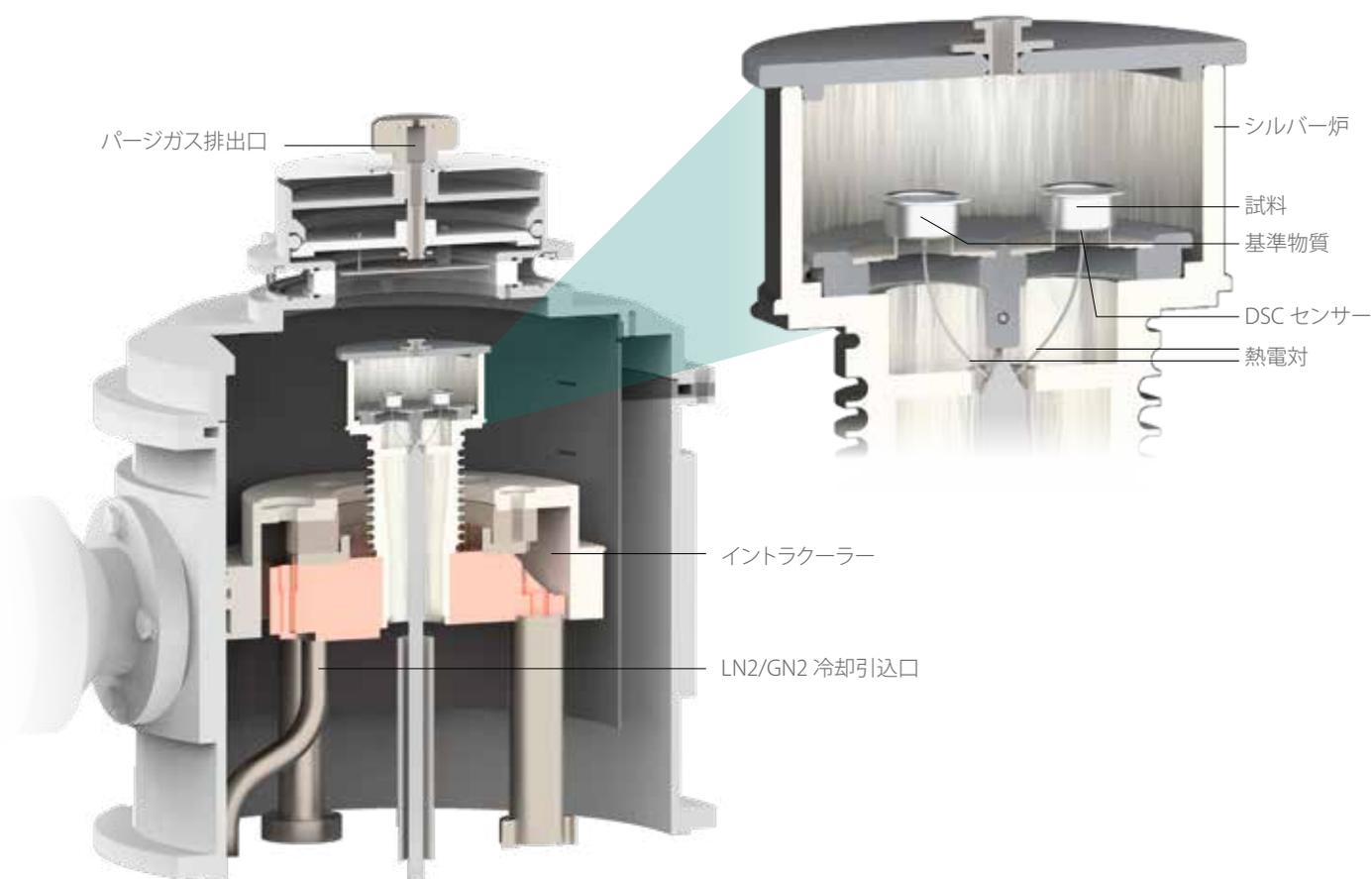
DSC 300 Caliris® - 物性評価に最適な DSC 測定装置  
高いデータ信頼性とさまざまな優れた機能をご提供

# DSC (示差走査熱量計)

## 世界中で広く活用されている熱分析手法

熱流束 DSC は試料容器に流入する熱流量と基準物質容器に流入する熱流量の差を温度や時間の関数として測定する技法で、ISO 11357 に規定されています。DSC 測定では試料と基準物質を同一の温度 / 時間プログラムと雰囲気で制御します。

DSC 300 Caliris®は ASTM E793、ASTM E967、ASTM E968、ASTM E794、ASTM E1356、DIN 51007など、各種の DSC 関連規格に準拠しています。



試料の吸熱/発熱反応を高精度に計測し  
測定結果を速やかに評価することができます。

## モジュール設計 – 使用目的の必要性に応じて装置構成を変更

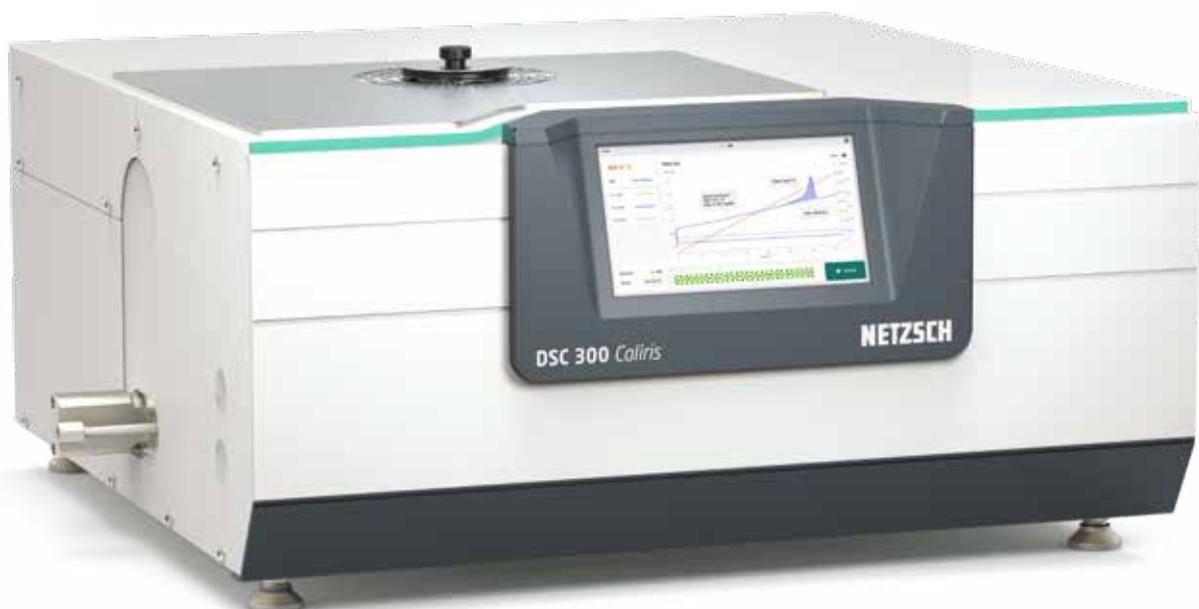
新素材の開発競争が加速し、テーマとなる話題や技術トレンドが目まぐるしく移り変わるなかで、ニーズの変化に適応し続けられる力が求められています。DSC 300 Caliris® Supreme /Select はモジュール設計をコンセプトとした 新世代のDSCです。同種のDSC装置では初となる、着脱交換式の加熱炉センサーモジュールを採用しました。

Supremeバージョンでは付属のモジュールを自由に交換して、現在のニーズだけでなく将来的に発生するニーズにも対応していくことができます。Selectバージョンでは温度範囲、昇温速度、感度など測定用途の重点項目に応じてご購入時にモジュールをお選びいただけます。

# DSC 300 Caliris® Supreme & Select

NETZSCH の次世代型DSC  
機能と予算  
両方のニーズに応える高性能装置

 LabV®-primed



## DSC 300 Caliris® Supreme – 未来志向の選択

Supremeバージョンは将来を見据えた投資効果を発揮する、史上初のマルチモジュールDSCです。三種類の着脱交換式モジュールが付属しており、-180 °C ~ 750 °Cと他に類を見ない広範な温度に対応した装置構成を実現します。また今後は本バージョンの基本ユニットと互換性を持つ新しいモジュールの追加販売が予定されており、最新技術を導入したり、新しい用途に対応したりと、装置の可用性を継続的に拡大していくことができます。構成上の制約もなく、自由にモジュールを使用していただけことが可能です。

## DSC 300 Caliris® Select – 用途に応じた構成

Selectバージョンではご購入時にモジュールをひとつお選びいただけます。最大温度範囲は -170 °C ~ 650 °C。同じモジュールと交換可能で、たとえば故障の場合などはダウンタイムが最小限に抑えられます。

## リモート使用時の操作性とステータス確認機能の向上

本装置では測定実行中の装置に関するあらゆる情報が可視化されます。まず装置の全体的な状態はLEDステータスバーに反映されます。また、重要な情報が随時表示される一体型のタッチディスプレイモニターでは次のような機能が提供されます。

- タッチ画面から測定を開始
- 測定の進捗状況や残り時間を把握
- 雰囲気ガス、アイドリング、温度などの状態を確認
- 最近実行した測定や新規に追加した測定の一覧表示

タッチディスプレイモニターとLEDステータスバーはSupreme/Selectの両機種に搭載されています。オプションのオートサンプルチェンジャーもご使用いただけます。

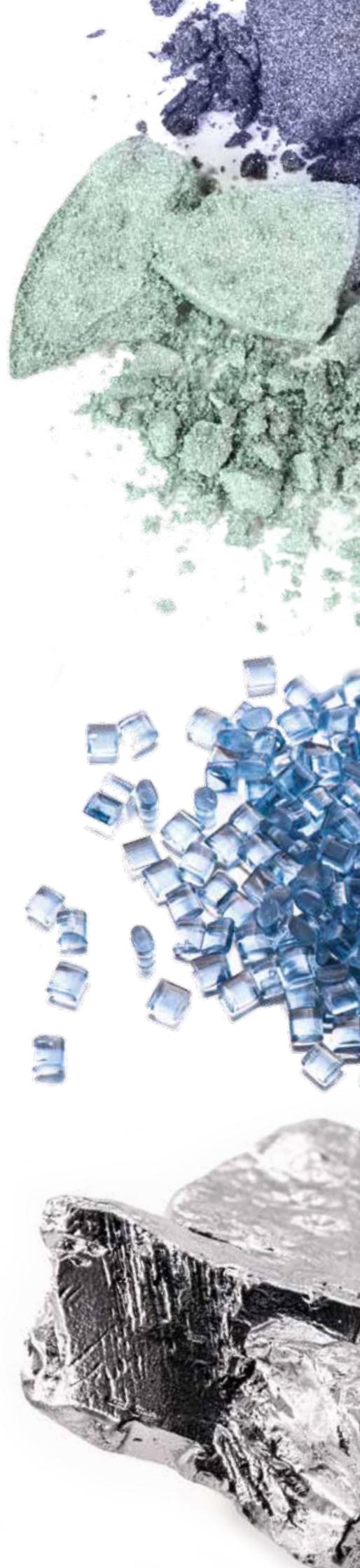
## 測定試験のワークフローを効率化

実験や分析の現場で記録されるデータの量は増加の一途をたどっています。ワークフローを円滑にするには、記録した収集データを整理し、次回以降の試験や最終報告に活用できる状態を維持することが重要なポイントになります。また、測定プロットの評価や比較は難しく繊細な作業です。NETZSCHは評価アルゴリズムとデータ比較ツールを備えた高機能のソフトウェアを提供し、ワークフローを効率化します。さらに、優れた接続性を備え、複数の場所や異なる方法でのデータ共有を可能にする新技術、LabV®-Primed を搭載しました。

## LabV®-Primed® – デジタルラボの活用

クラウドソリューション LabV の導入により、DSC 300 Caliris® ではメーカーを問わずすべての周辺機器を接続して試験データを一箇所に集約させ、分析と予測に必要なデータベースを構築できるようになりました。測定試験のワークフローを最適化するには、大量のデータを記録しながら使いやすく整理していくことが重要です。また、収集したデータを活用して予測を立てることができれば、材料品質や部品性能の向上に役立ちます。

LabV®はすべての解析メソッドをつなげて、より自由度の高いプロジェクト運営と品質予測を可能にします。DSC 300 Caliris® はLabV®にデフォルト対応しており、容易に導入することができます。



Now as Easy as Slipping on  
a Different Pair of Shoes

# DSCの性能をカスタマイズ

本装置には現在のところ3種類のモジュールが提供されています。各モジュールは加熱炉とセンサーが装備されており、*Supreme*と*Select*の両バージョンでほぼ同様にご使用いただけます。モジュールの違いが装置性能の差となります。

*Supreme*バージョンの特長はあらゆるモジュールに対応できることです。ユーザーは簡単に、そして自由にすべてのモジュールを交換しながら使用できます。今後は追加販売される新しいモジュールを搭載することで、いつでも最新機種としてお使いいただけます。また、*Supreme*バージョン対応の高性能モジュールでは  $-180^{\circ}\text{C} \sim 750^{\circ}\text{C}$  と、同種の DSC 装置ではもっとも広い温度範囲を実現しています。

*Select*バージョンではご購入時にモジュールをひとつ選択していただけます。最大温度範囲は  $-180^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$  です。



# 異なるニーズに対応する 3つのモジュール

## H-Module



ハイパフォーマンス  
モジュール

Supreme: -180°C ~ 750°C

Select: -170°C ~ 650°C

高感度と高精度を備えた高機能モジュールです。完璧なベースラインを導出し、再現性も卓越しています。同種の DSC 装置では最高性能を誇ります。このモジュールは Supreme バージョンに対応しており、低時定数と高感度を同時に実現し、本装置で使用可能な -180 °C ~ 750°C の全温度範囲をカバーします。また、測定セルには照明が付属しているため、試料容器のセッティングやセンサーの汚れ確認を容易におこなうことができます。

Hモジュールと高感度Hセンサーは産学官の先端材料研究開発を理想的な形でサポートします。

## P-Module



ポリマーモジュール

-170°C ~ 600°C

ポリマー分野のニーズに特化したモジュールです。用途に最適化された低質量加熱炉は広範な温度に対応し、最大 500 K/min での昇温が可能です。実際の加工条件をシミュレーションした温度プロファイルを得ることができ、測定を高速化して貴重な時間を節約します。

Pモジュールはポリマー関連産業の研究開発や品質管理に最適なソリューションを提供します。

## S-Module



スタンダードモジュール

-170°C ~ 600°C

日常的な測定業務に十分な安定性を備え、熱的反応の解析に最適化されたモジュールです。センサーディスクと熱電対の溶接処理にはレーザーを導入し、高感度と高耐久性を実現しました。安定計量性と高分解能を備えたモノリシックセンサーを採用しています。

Sモジュールは取り扱いが簡単で、ルーチン化された測定が主業務となる企業や委託研究機関に選ばれています。



# DSC 300 Caliris® Classic

## 品質管理と教育に最適

### 万全でない環境でも 最適な条件で測定が可能

ガス密閉式の測定セルは、正確な測定のために最適な大気条件を提供します。ガス流量は、プログラムでオン・オフ可能な3つのマグネットバルブで調整できます。オプションでマスフローコントローラーも使用できます。これは、酸化誘導時間／温度 (OIT) の測定に特に適しています。

さらに、セルの気密性により、環境湿度がDSCシステムに影響しません。これは、結露による問題を最小限に抑えることができるため、湿度の高い地域では特に有効です。

### 優れたコストパフォーマンス

モノリシックDSCセンサーは、過酷な環境条件下でも安定し、最適な分解能を提供します。センサーディスクと熱電対ワイヤーはレーザー溶接されており、高感度と堅牢性を実現しています。

セルやセンサーが不意に汚染された場合でも、600℃までの温度範囲であれば、汚染物質を焼き切ることで簡単に洗浄できます。さらに、巧みに設計されたコネクタにより、様々な冷却システムを素早く簡単に取り付けすることができます。

### コンパクトなデザインで 研究室の省スペース化を実現

DSC 300 Caliris® Classicはスリムなデザインで、最小限のスペースで使用できます。研究室のスペースは限られていることが多いため、DSC 300 Caliris® Classicとイントラクーラーのような冷却アクセサリーを組み合わせたコンパクトなデザインは、最適な選択となります。この装置は生産ラインでの使用にも最適で、QA/QC目的の生産環境にも簡単に設置できます。



# スマートで使いやすい 品質管理システム

## ルーティンを簡単に

気密性の高いDSC 300 Caliris® Classicは、工業分野の品質管理や受託分析の日常的な測定に適しているだけでなく、教育の分野におけるプロジェクトにも最適です。高感度で高性能な分析装置でありながら、堅牢で使いやすいという利点を兼ね備えています。

## DSC測定用クイックスタートシステム

DSC 300 Caliris® Classicは、研究室に示差走査熱量計を手軽に導入できる装置です。装置のセットアップと校正が完了したら、簡単で使いやすいSmartModeのユーザーインターフェイスに従って測定パラメーターを定義します。

測定が終わると、AutoEvaluation (自動評価)とIdentify (同定)のソフトウェア機能が、既知の参照値や文献値と測定結果を比較します。これらのルーチンにより、測定曲線の評価が可能になり、未知のサンプルを評価する際のセカンドオピニオンとして利用できます。Identifyデータベースシステムは、材料を検証し、品質保証試験を行うことができます。



## 魅力的な費用対効果を持つ優れた装置





### 装置状態を目視でチェック — LED ステータスバー

本装置には装置状態を目視で確認できるLEDライト表示を採用しました。ステータスに応じてライトの色が変化します。この表示により測定が順調に進捗しているかどうかを、PCにログインせずに離れたところか確認できます。次のようなステータスが判別できます。

- スタンバイOK
- 測定実行中
- 進捗状況
- 加熱 / 冷却 セットポイント到達
- ユーザーとの操作要求
- エラー

### 生産性と作業効率を向上させる新しいユーザーインターフェース

Proteus®ソフトウェアで事前に準備したデータを用いて一体型のカラーディスプレイモニターから測定を開始することができます。画面に表示されたボタンをタッチするだけで、装置のセットアップが完了し、ステータスバーに反映されます。実際に測定を開始する前には最終確認をおこないます。画面には随時、次のような確認項目が表示されます。

- 画面タッチによる測定開始
- 測定のステータス
- 前回の測定内容
- 測定の進捗状況や残り時間
- 雰囲気ガス、アイドリング、温度の状態
- 評価済の測定結果の即時把握

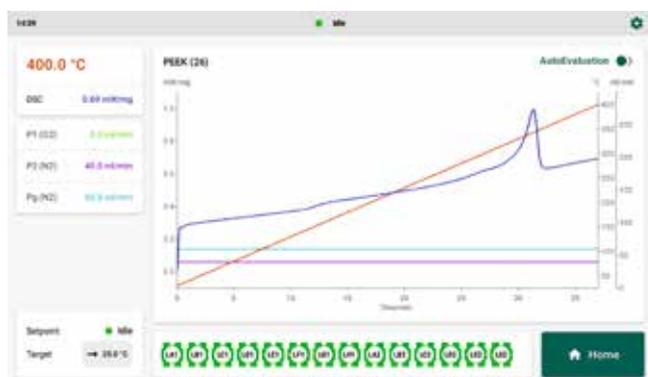
### センサーガイドライト- 試料容器の正しい位置決めが簡単に

DSC 300 Caliris® Supreme の照明付きセルは、試料容器の設置が簡単にできます。信頼性の高い測定結果は、センサー上の試料容器と参照容器の正しい位置にも依存します。研究室の照明条件は必ずしも理想的であるとは限りません。その場合、センサーに照明をあてることで、センサー上への試料の設置が非常に容易になります。

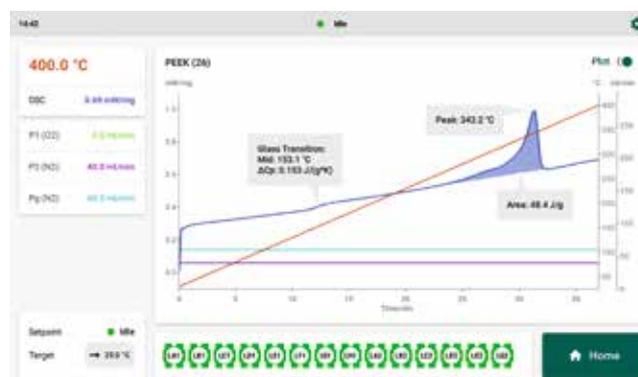


#### AutoEvaluation (自動評価): 測定終了後は結果データを客観的に評価

測定の設定で「AutoEvaluation」機能を有効にしておくと、測定終了直後にデータの自動評価を実行します。こうして測定で得られた DSC 曲線を客観的に評価することができます。また、取得した元のシグナルデータは保持され、自動評価の画面と表示を切り替えながら確認することもできます。



測定中に測定プロット、現在温度、ガスが表示されます。

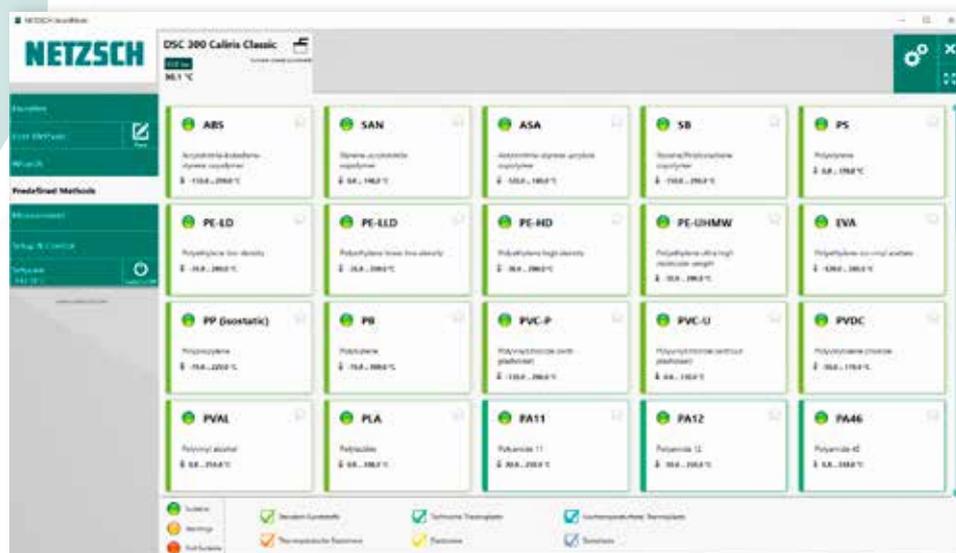


AutoEvaluationが設定されている場合、測定後、ディスプレイ上で自動評価を行うことができます。

## DSC 300 Caliris® — 装置本体での情報表示と独立した操作性

# Proteus® Software

## SMARTMODEで瞬時に測定開始



Pre-defined methods in the Proteus® software

### SmartModeでルーチンワーク – 追加も選択も不要

SmartModeは品質管理の現場で頻繁に必要となるルーチン測定に特化した設計になっており、直感的なインターフェースから測定条件を簡単に設定できます。手順を明確に定義しておけば、測定の準備や開始もすばやくスムーズにおこなうことができます。ウィザード(簡易ルーチン)による測定や、測定メソッドのユーザー定義、予備定義メソッドの提供など、測定作業を便利にサポートする機能が充実しています。

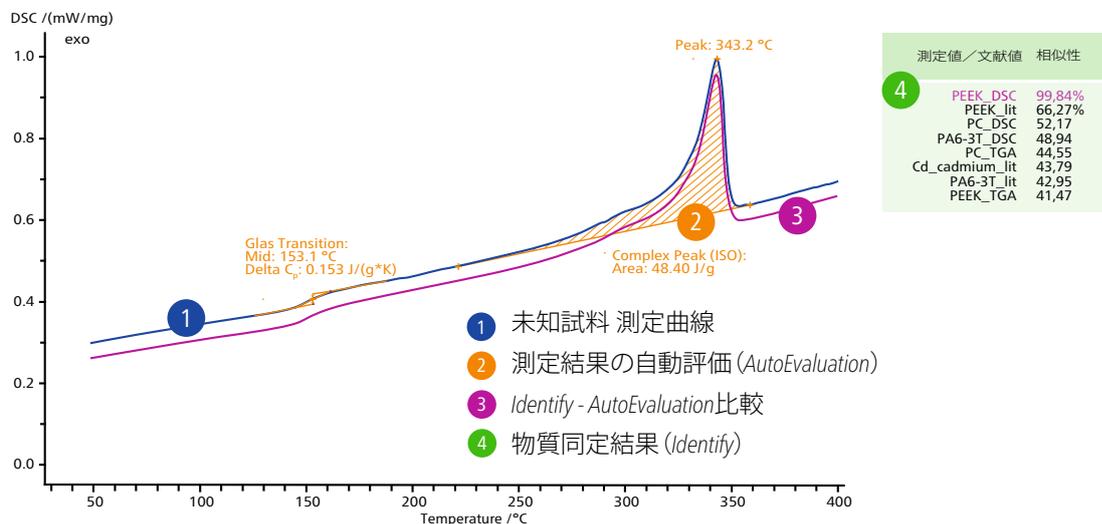
### ExpertMode – 無限の可能性

ExpertModeはProteus®の機能を最大限に活用したいユーザー向けに設計されています。きわめて複雑な測定タスクにも対応でき、制限なく使用できます。

### Workspaces – Proteus® Analysisのフル機能をカスタマイズ

Proteus® Analysisを頻繁に使用するユーザーには、利用可能なすべての機能を処理することが負担になる場合があります。Proteus® Workspaceでは、Proteus® Analysisのメニューとツールバーのアイコンを毎日のルーチン作業に合わせてカスタマイズできます。よく使う項目を前面に配置し、ほとんど使用しないかまたは全く使用しないオプションを非表示にして、好みの設定を個人用ワークスペースとして保存することができます。1台のワークステーションを複数のユーザーで操作する場合は特に便利な機能です。カスタマイズしたスペースと共通スペースは簡単に切り替えることができます。

# AutoEvaluation & Identify – 結果解析のスピード向上を支援



①～④ ポリエーテルエーテルケトン樹脂 (PEEK) 試料の測定データにAutoEvaluation / Identifyを適用

## AutoEvaluation

測定終了直後に結果データを客観的に評価

AutoEvaluationは市販のDSC装置で初となる自律型評価ルーチンシステムです。ユーザーの判断による入力操作をおこなわずに、未知試料のガラス転移温度、融点、融解エンタルピーなどを完全に自動で評価します。酸化誘導時間/温度 (OIT) は関連の規格に準拠したTangent - Offset 法を用いて等温試験および動的試験による評価をおこないます。

## レポート作成ツール

会社ロゴ、表、グラフ、コメント欄などを含むレポートテンプレートを簡単にカスタマイズ作成できます。Proteus® ソフトウェアにはデフォルト設定でテンプレートとしていくつかのレポートサンプルも提供されています。

## Identify

データベースから試料を比較・同定

Identifyはデータベースの比較により、測定データから試料物質の識別と分類をおこなうことができる独自のソフトウェアツールです。個別の曲線や文献データを1対1で比較するだけでなく、指定した曲線が特定のクラスに属するかどうかを確認することもできます。

「クラス」とはある物質の曲線や合否判定試験用の標準曲線からなる分類で、物質同定や品質管理の基準として利用します。NETZSCHが提供するデータベースライブラリーには、さまざまな応用分野に対応するポリマー、有機物、医薬品、無機物、金属/合金、セラミックなどの約1300の項目が含まれています。さらにKI MW\*データベースには市販のポリマー製品1150種のDSC曲線が収録されています。

ユーザーは必要に応じてIdentifyのデータを拡張して、制限なしに独自のデータを追加できます。通常の場合はすべての測定結果と有用な測定条件をデータベースエントリーとして格納できます。

\* KIMW = Kunststoff-Institut Lüdenscheid, Germany

## Proteus® Search Engine – 効率的にデータを管理

試料や測定条件設定が異なる場合に測定データや評価データを処理するときは、データに直接アクセスして指定した条件で抽出や並べ替えができると非常に便利です。Search Engine (検索エンジン) はあらかじめ設定したディレクトリーと測定データを自動的に同期し、直ちにフィルタリングを実行します。測定曲線や解析ステータスはワンクリックでプレビュー表示できます。

個別の検索条件に名前(例: "MyPolymers")を付けて保存したり、既存の検索データに切り替えたりすることもできます。データ検索とパターン分析をおこなう、強力なデータ管理ツールです。



## Proteus® Search Engineの機能

- 効率的なデータ管理
- データへの直接アクセスと条件別の並べ替え
- 保存データのプレビュー
- ファイルを開かずに測定と解析のプレビューを素早く表示
- 簡単にデータを検索
- 装置名、メソッド、オペレーター名、ファイル名、シグナル、日付、測定条件、反応の評価など、さまざまな条件で検索を実行

# Proteus® Search Engine and LabV®

 LabV®-primed

## LabV® – デジタルラボの活用

NETZSCHの装置は、LabV®データ管理プラットフォームと互換性があります。LabV®は、方法やデバイスに関係なくデータ収集を自動化し、データを整理、分析、探索するためにデータを一箇所に集約させ、分析と予測に必要なデータベースを構築できるユーザーフレンドリーなソフトウェアです。LabV®のAI搭載デジタルアシスタントはデータ分析を簡素化し、利用者は労力をかけずに簡単に知見を見つけることができます。ChatGPTのような自然言語処理を使用しているため、利用者は簡単な操作で測定データを視覚化したグラフを作成することで、傾向を把握し、複雑な相関関係を明らかにすることができます。

## LabV®の機能

- ラボ作業の自動化  
試験プロセスの合理化と全機器の接続
- クラウドソリューション
- 品質管理業務の改善  
システムによるデータ考察、自動アラート機能、直感的操作でのデータ管理などが業務をサポート
- 開発スピード向上  
ラボデータの活用により開発を促進

# ADDITIONAL SOFTWARE CAPABILITIES

## 温度変調 DSC

温度変調は、試料の熱容量の変化に関連する可逆成分と非可逆成分を時間依存プロセスから分離するソフトウェア機能です。例えば、ガラス転移と緩和効果や蒸発が重なって見えることがあります。温度変調DSC測定では、正弦波状に変調された温度プロファイルが、基礎となる平均線形加熱速度に重畳されます。その結果、熱流信号も変調され(振動部分)、変調のない標準的なDSC信号である全熱流曲線が得られます。ここから、非可逆成分DSC信号と非可逆DSC信号を計算することができます。分離を成功させるには、試料が温度変化に追従できることが必要です。

## Peak Separation

Peak Separationは選択した数学的アルゴリズムに基づいて、重なり合ったピーク温度やピーク面積をより詳しく個別に検出します。このプログラムでは次のような関数型を用いてピークを分離します。

ガウス関数、ローレンツ関数(コーシー分布)、擬似フォークト関数(ガウス関数・ローレンツ関数の和の近似)、Fraser-Suzuki関数(非対称ガウス関数、ラプラス変換(両側変換)、ピアソンの積率相関係数など。

## Purity Determination (純度決定)

Purity Determinationはモル質量が既知の結晶性物質についてVan'tHoffの式をベースに共晶の不純物の割合を決定します。ここではDSC融解ピークの解析値が利用されます。

## Kinetics Neo

NETZSCH Kinetics Neoは温度依存性の化学反応プロセスを解析するソフトウェアです。解析からカイネティクス(速度論解析)モデルが得られ、異なる温度条件下での挙動データを正確に測定します。こうしたモデルを使用して、ユーザー定義の温度条件下で化学反応挙動を予測したり、プロセス最適化に応用したりすることができます。

## ソフトウェアの特徴

	Supreme	Select	Classic
AutoCooling	■	■	■
AutoCalibration	■	■	■
レポート作成ツール	■	■	■
AutoEvaluation	■	■	□
Identify	■	■	□
KIMWポリマー・データベース	□	□	□
OIT/OOT	■	■	■
温度変調 DSC (TM-DSC)	■	□	□
比熱容量 ( $c_p$ )	■	□	□
Peak Separation	■	□	□
Proteus® Search Engine	■	□	□
LIMS サポート	■	□	□
純度	□	□	□
Kinetics Neo	□	□	□
SmartMode	■	■	■
ExpertMode	■	■	■
定義済みメソッド	■	■	■
TauR	■	■	■
ASC (Automatic Sample Changer) サポート	□	□	□
Proteus® Protect (CFR 21 part 11)	□	□	□

■ 含む  
□ オプション

ご要望に応じて、より多くの機能をご提供いたします。

物質はある明確な性質を持っていても、反応物質との化学反応によって別の性質を持つ物質に変化する可能性があります。爆発のように一秒にも満たない短時間で瞬間的に終わる反応もあれば、鉱物の生成のように何千年、何百万年という長い時間をかけて進む反応もあります。反応速度論は化学反応速度論やカイネティクスとも呼ばれ、速度の観点から化学変化の進行を調べて物質の反応速度を決定する方法論です。速度を左右する要因についても検討します。この知識があれば、基本的な化学反応の背景にある分子の詳細なメカニズムについても深い洞察を得ることができます。

## 応用例

- 物性変化時の硬化時間測定を含む硬化プロセス中の硬化度予測。硬化プロセスにおける自己触媒反応、拡散律速反応、ガラス転移温度の変化等を考慮したシミュレーション  
→ 自動車産業、航空宇宙産業、塗料、エポキシ樹脂コーティング、複合材料、接着剤など
- 塗装プロセスにおける材料の粘度変化 → 塗料、コーティング、接着剤
- プロセスが複雑な反応のメカニズム。各反応とそのパラメーター情報（活性化エネルギー、反応次数、反応ステップ数、プロセス全体への寄与度など）
- ポリマーの急冷結晶化 → 射出成形
- バインダーの燃焼（脱脂）工程の最適化（短時間化 / 高品質化の追求）  
→ 粉末冶金の焼結プロセス  
→ セラミックス製造プロセスにおける焼結挙動
- 医薬品が活性を維持できる保存期間 → 医薬品研究 / 製造
- 特定の温度条件やある地点における実際の気候条件に即した、エポキシ樹脂コーティングやポリマー絶縁体のガス / 液体 / 電気系統への耐用時間  
→ 包装材料
- 高エネルギー物質や危険物質の保管可能期  
→ 化学産業、軍需産業  
→ 熱暴走予測
- 断熱環境で 24 時間後に温度上昇率が最大となる（熱暴走に至る）ときの温度 (ATD24)  
→ 熱的なリスク/危険性の予測

測定データ

TGA, DSC, DTA, DIL, DEA



あらゆる化学反応に...

# Kinetics Neo

## 温度依存性の反応プロセスを 速度論的に解析

NETZSCH Kinetics Neo では温度依存性の化学反応プロセスを速度論的に解析します。解析結果からは速度論的反應モデルやメソッドが得られ、さまざまな温度条件における測定データが正確に記述されます。これらのメソッドやモデルを使用することで、ユーザー設定の温度条件下で化学反応挙動を予測したり、プロセス最適化に応用したりすることができます。

試料物質の反応プロセスの測定で得られた、物性変化を示すさまざまな熱挙動を解析することが可能で、熱重量測定、熱膨張測定、示差走査熱量測定、フーリエ変換赤外分光法、質量分析、レオロジー測定、断熱の温度分析など、各種の測定をデータソースとして活用することが期待できます。

モデル解析機能では多段階反応の**反応ステップ数**を明らかにし、それぞれの反応について次のようなデータを把握できます。

- エンタルピー (DSC 発熱/吸熱 反応)  
質量損失 (TGA)
- 反応の種類
- 活性化エネルギー
- 前指数因子
- 反応の順序
- 自己触媒反応の順序
- その他の速度論的パラメーター
- 結晶化パラメーター

### メリット

Kinetics Neo の主な利点は不均一反応と界面反応の両方を解析できること、そして拡散や核生成を伴う反応を解析できることです。

さらに、たとえば物質がガラス状態から非ガラス状態へと変化するプロセスなど、拡散律速段階を含む測定分析もおこなうことができます。

反応速度論解析

モデル解析  
モデルフリー解析



予測

ユーザー定義の  
温度プロファイルについて



プロセス最適化

# 信頼性の高い 反応予測 とプロセス

## エポキシ系接着剤の 硬化挙動分析

- 所定時間で目標の硬化度を達成するのに必要な最低温度は？
- 指定した温度プログラムでの硬化率は？

熱硬化性樹脂の架橋中にガラス転移が起こる場合、異なるメカニズムで支配された2つの領域に反応を分けて考えることができます。

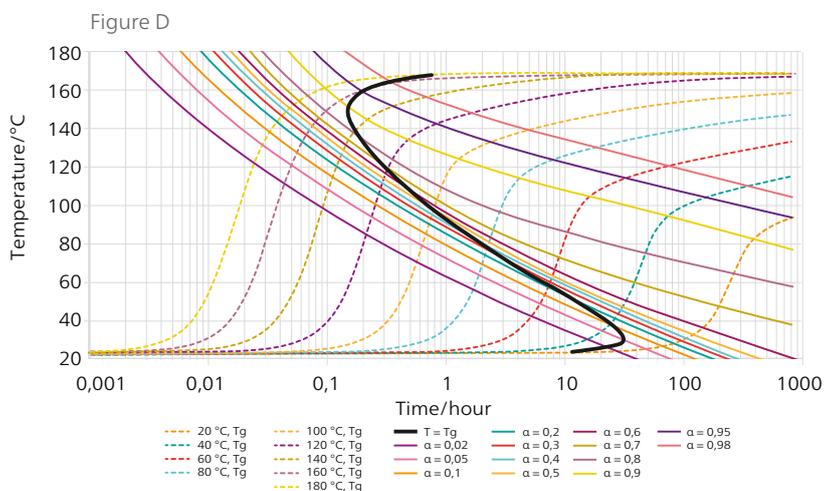
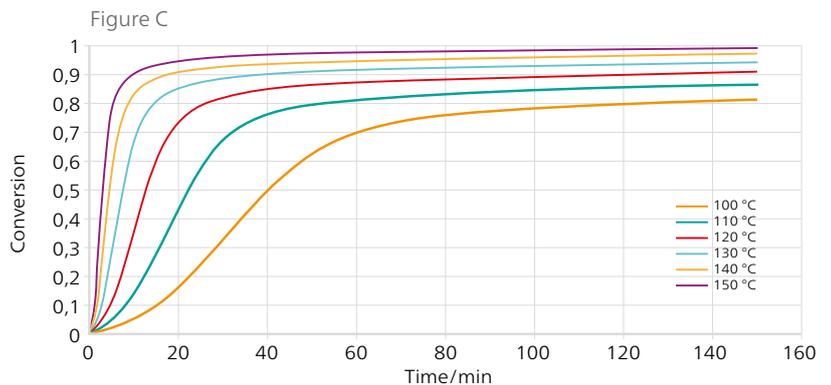
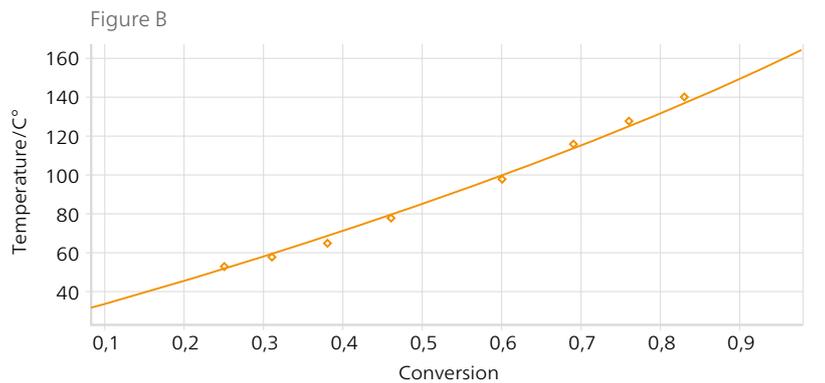
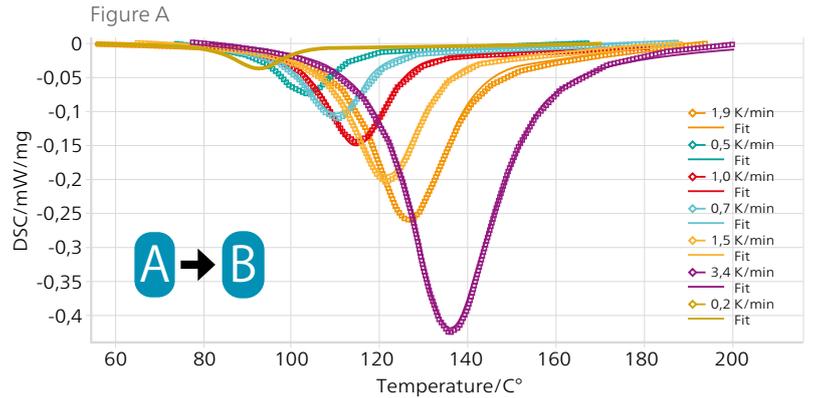
ガラス転移点より上の温度での反応は化学変化で、アレニウスの式であらわすことができます。ガラス転移点付近では拡散により挙動が支配されます(拡散律速)。ガラス転移点付近の反応速度は両プロセスの影響を受けるため、反応挙動の速度変化を考慮するには拡散律速アルゴリズムを用いて速度論的反応モデルを拡張する必要があります。

図 A は 7 パターンの昇温速度で硬化プロセスの DSC 測定をおこなったデータ(点線)に、拡散律速を考慮したモデルによるシミュレーション(実線)をフィッティングしたグラフです。このモデルを使用すれば異なる温度条件下での反応速度を予測できることがわかります。

図 B はガラス転移温度と硬化度の測定データ(点)に Di Benedetto の式(実線)をフィッティングしたグラフです。

図 C は複数パターンの等温保持条件で硬化測定をおこなったグラフです。反応率が高くなると拡散律速により硬化速度は遅くなります。たとえば反応率 90% の状態で硬化が達成されるのに、110℃ では 52 分、120℃ では 26 分、140℃ では 8.7 分かかります。

図 D は長時間の反応をシミュレーションした時間-温度変態 (TTT) 図のグラフです。



## ポリマーバインダー燃焼(脱脂)プロセス最適化による品質向上

粉末冶金の製造工程では、結合性向上のためにポリマーバインダーが添加されます。しかし焼結時の一次昇温速度が速すぎると、バインダーから発生した気体により微細なひびができることがあります。実際の製造工程では、次の2点について両者のバランスをよく考慮する必要があります。

- 昇温速度が遅いと処理時間が長くなる
- 昇温速度が速いとポリマーの熱分解による気体発生が急激になり、製品損傷のおそれがある

トンネルキルンを用いた焼結工程では、処理時間と製品品質のバランスが最適化されるように、プロセス全体の温度条件を決定していく必要があります。

図Aは複数パターンの昇温速度で熱重量測定をおこなったデータの解析結果です。ここで使用した3ステップ反応モデルがすべての測定データによくフィットしています。適合度が高いほど、予測の精度も向上します。

図Bはバインダー燃焼(脱脂)プロセスの温度プロファイルを最適化したグラフです。プロセスを通じて質量損失速度を0.05%/minに維持することで品質が保たれます。

図Cは5段階トンネルキルンの焼結工程でバインダーバーンアウト(脱脂)プロセスを最適化させる温度プログラムを各ゾーンに適用したときの質量損失を予測したグラフです。

Figure A

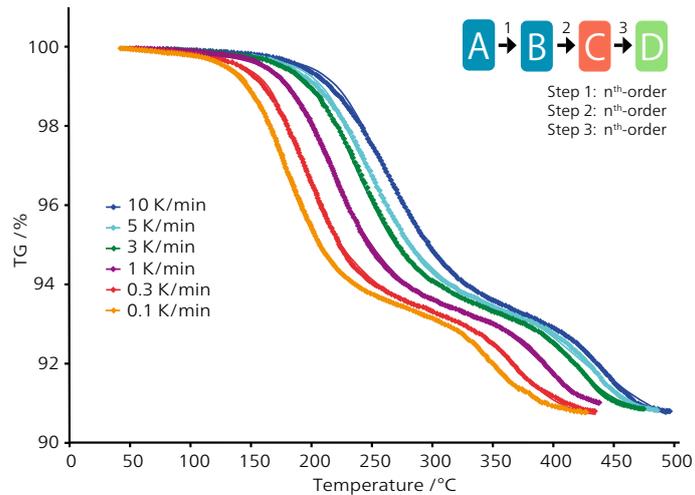


Figure B

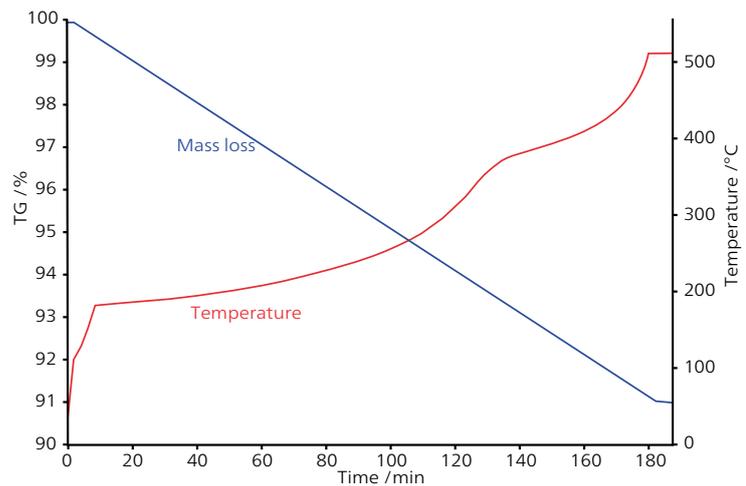
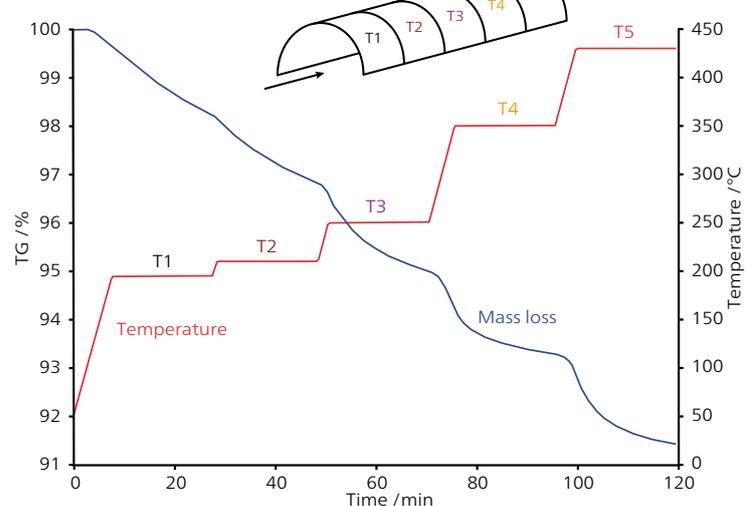


Figure C

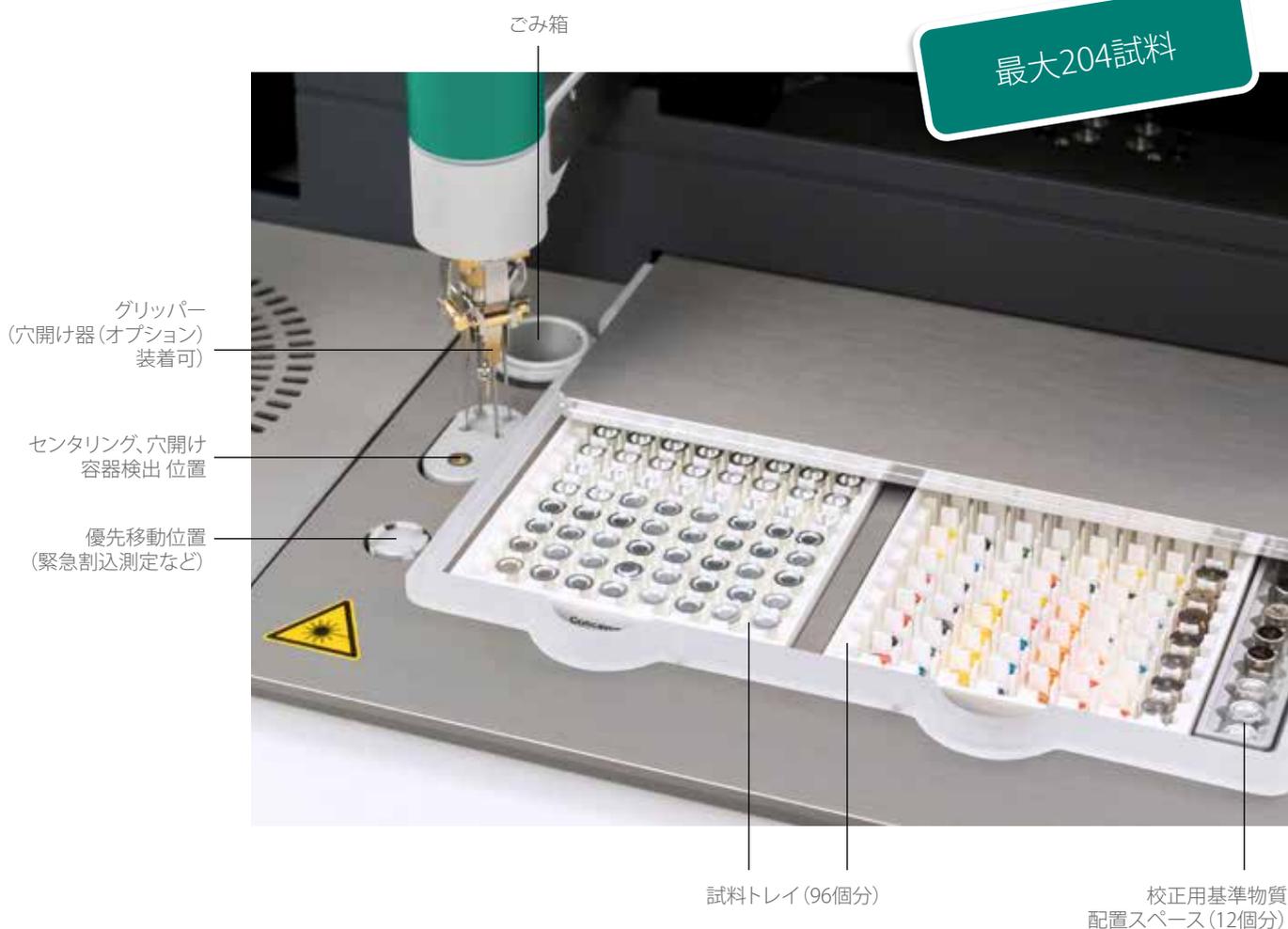


# Accessories



NETZSCH 独自  
自動試料交換システム  
オートサンプラー(ASC)に対応

DSC 300 Caliris<sup>®</sup> Supreme & Select



作業を大幅に効率化する自動試料交換システム

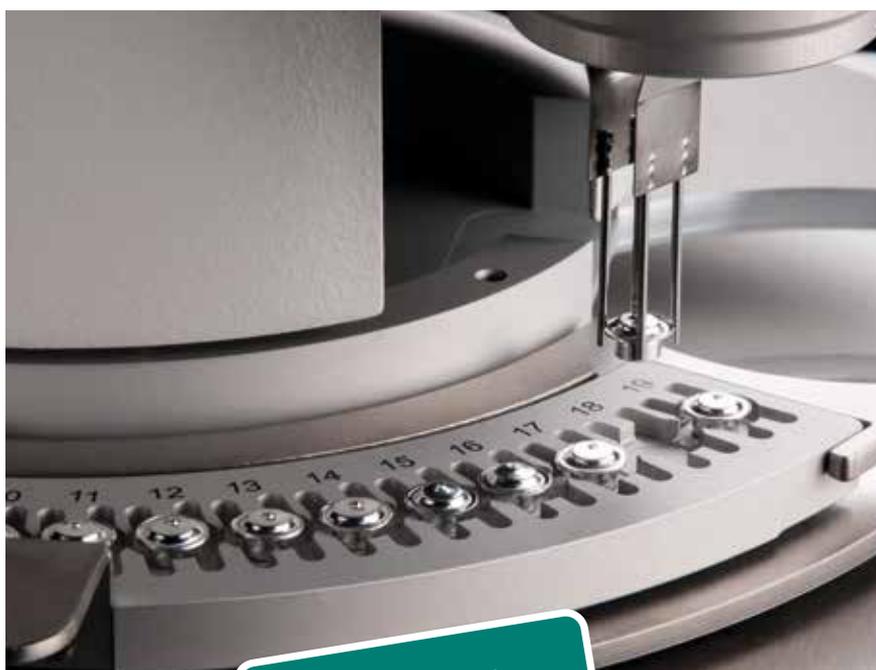
## 着脱式の試料トレイで簡単に試料を用意

本装置はASC(オートサンプラー)に対応しており、試料96個を収納可能な着脱式マイクロプレートトレイを2つ使用できます。装置とは離れた場所で試料を準備でき、割り当て処理の手順も明確です。それぞれの試料トレイは片面が標準化されており、シリアル番号などの識別子を二次元コード化して印刷しているために容易に識別できます。複数のオペレーターが同じDSC装置で別々のトレイを使って作業する場合は特に役立ちます。

## 待機中の環境による影響を低減

ASCトレイ上で待機中の試料が周囲の環境(湿度など)の影響を受けにくいように、トレイにはカバーが装備されています。トレイとカバーの間はガスをパージして不要な雰囲気との接触を防止します。

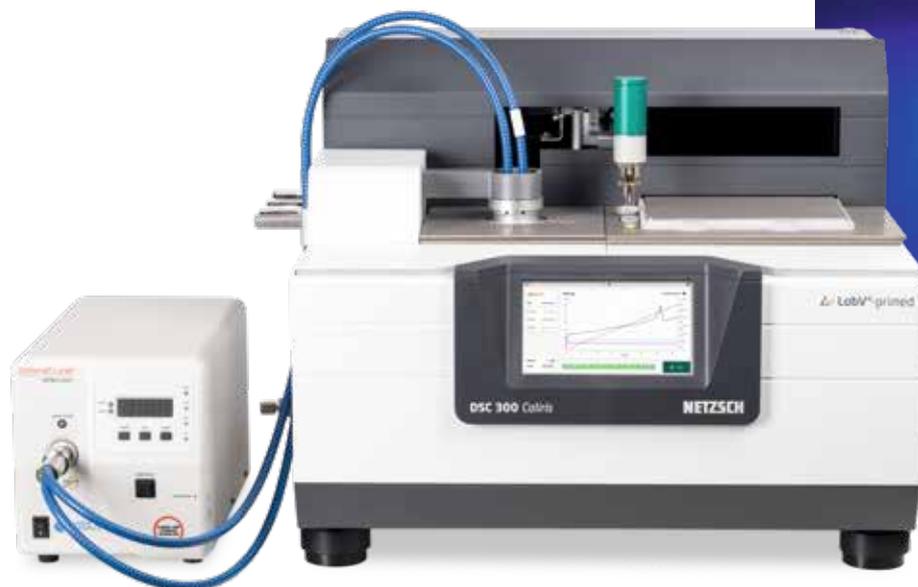
# DSC 300 Caliris® Classic



最大20試料

複数の試料をまとめて処理する必要がある用途やルーチンワークには、最大20個の試料をセットできるオートサンプラー(ASC)をオプションで使用できます。グリッパーがトレイから試料容器を安全に取り出し、センサー上の適切な位置へ丁寧に配置します。測定用途に応じて基準物質の試料容器も交換できます。

Proteus®ソフトウェアのSmartModeではASCのプログラム処理を簡単に設定できます。この機能ではトレイ上の各試料にそれぞれ特定の測定プログラム(メソッド)を割り当てられます。試料容器種類、雰囲気ガス、校正基準が異なっても、同じトレイ内で処理することが可能です。測定済みの試料は本体のごみ箱に自動廃棄されます。24時間365日の無休運用の場合でも事前に設定しておけば、トレイ上の測定済み試料容器を次の容器に置き換えて測定メソッドを改めて適用し、処理を継続します。



DSC 300 Caliris® の3つのバリエーションすべてにオプションとASCを用意



## Photo-Calorimetry with Automatic Sample Changer – ポリマーのUV硬化反応を完璧に測定

フォトカロリメーターやUV-DSCは、UVや光照射による硬化反応を調べるのに適した装置です。UVアクセサリーを装備したDSC 300 Caliris®では、ライトガイドがオートサンプルチェンジャーの加熱炉蓋部分に常設されているため、すぐにUV-DSC測定に対応することができます。通常のDSC測定に戻すことも容易で、全温度範囲に対応します。UV光源としては、OmniCure® S 2000 (波長範囲: 320 nm ~ 500 nm)、LX500 (波長範囲: 400 nm ~ 365 nm) があります。また、その他の市販UV-光源を適応することも可能です。UV-DSCシステムでは測定時の温度、ガス雰囲気、光量、露光時間の選択が可能です。

推奨UVランプ*	波長範囲
OmniCure® S2000	320 nm ~ 500 nm
LX500	365 nm, 385 nm, 395 nm, 405 nm

\* 市販のランプも適用可能。

### The Benefits to You

- 医薬品、化粧品、食品における紫外線安定剤の影響(老化効果)の研究
- ポリマー樹脂、塗料、インク、コーティング剤、接着剤の(UV)光による硬化の測定
- 自動サンプルチェンジャー(ASC)を提供する唯一の光DSC



## 異なる温度で測定したUVインクの硬化状況

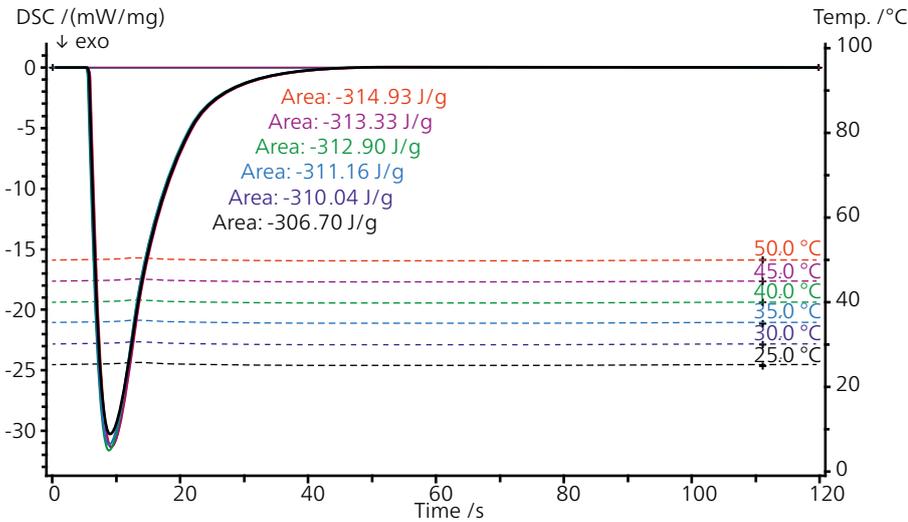


図1:異なる等温温度でUV光源に10秒間露光されたUVインク

図1では、サンプルとリファレンスを異なる等温で、サンプルが硬化するまで紫外線を照射しています。この場合、硬化は温度の違いによる影響をほとんど受けません。したがって、このサンプルの反応性は照射に依存するだけである。さらに、このような光DSC実験は、照射強度を変えて実施することも可能です。

## UV接着剤の硬化・後硬化について

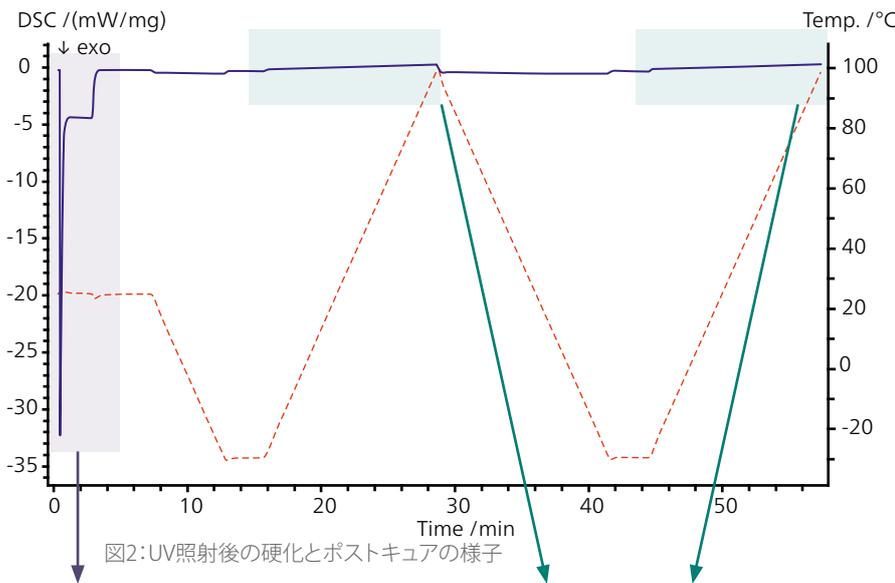


図2:UV照射後の硬化とポストキュアの様子

UV接着剤は、医療やエレクトロニクス分野でよく使われるアクリレート系やエポキシ系の樹脂です。特殊なUV光源を照射することで重合・硬化します。さらに、最適な材料特性を得るために、熱によるポストキュア工程が必要な場合も多い。

NETZSCH photo-DSC 300 Caliris®では、このような硬化プロセスを1回の測定でモニターすることが可能です。まず、試料を室温で2分半硬化させました(図3参照)。その後、100°Cまでの最初の加熱(図4の青い曲線)では、18°Cでのガラス転移と60°Cでのポストキュアを示しています。2回目の加熱(図4の赤色の曲線)では、ポストキュアは起こらなくなり、ガラス転移は22°Cで最終的に決定することができます。

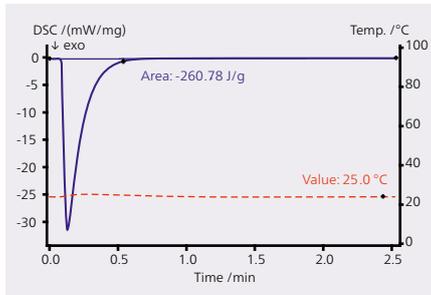


図3:室温で紫外線を照射した場合

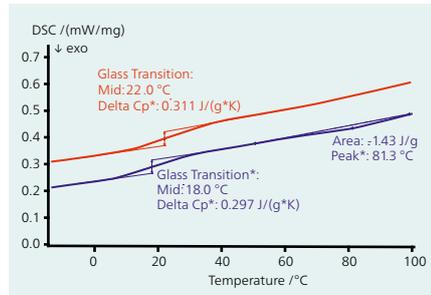


図4:1回目の加熱時のガラス転移とポストキュア効果(青色曲線)および最終ガラス転移(2回目の加熱曲線で決定、赤色曲線)。



# 高効率・低コストの冷却システム

指定の温度範囲に合わせ、空気冷却から液体窒素冷却まで四種類の冷却オプションが用意されています。液体窒素冷却はLN<sub>2</sub> (液体窒素) モードとGN<sub>2</sub> (気体窒素) モードを選択して、液体窒素を節約できます。

電気冷却では-70°C/-90°C~600°Cの温度範囲が達成されます。最上位仕様のDSC 300 Caliris® Supremeでは、加熱炉やカバーなど装置自体の構成を変更せずに液体窒素冷却を使用でき、-180°C~750°Cという最大の温度範囲を実現します。

DSCの標準デュワー (60 L) に大型のLN<sub>2</sub>タンク (例: 300 L) を接続すると、長時間の測定時や連続測定時にLN<sub>2</sub>を自動で補充できます。窒素の再充填のために測定を中断する回数を大幅に減らし、ASCを利用した長時間測定を簡単に実行できます。

Proteus®ソフトウェアで提供されるAutoCooling (自動冷却) 機能では接続されている冷却ユニットを自動検出し、定義された温度プログラムに必要な冷却装置だけを動作させることができます。

必要であれば、液体窒素冷却装置とイントラクーラーを同時に接続することもできます。この場合は、温度が-40°C/-70°Cまたは-90°C以下になったときにのみ液体窒素冷却の作動が開始するため、液体窒素の消費をさらに抑えることができます。

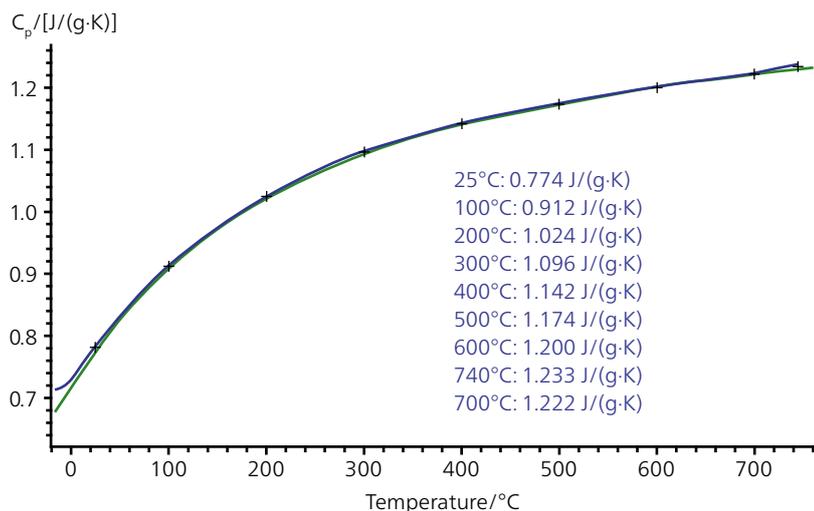
	Supreme			Select			Classic
	H-Module	P-Module	S-Module	H-Module	P-Module	S-Module	
LN <sub>2</sub> /GN <sub>2</sub> * Cooling	-180°C ~ 750°C	-170°C ~ 600°C	-170°C ~ 600°C	-180°C ~ 650°C	-170°C ~ 600°C	-170°C ~ 600°C	-170°C ~ 600°C
Intra-cooler	-90°C ~ 600°C	-70°C/ -40°C** ~ 600°C	-70°C/ -40°C** ~ 600°C	-90°C ~ 600°C	-70°C/ -40°C** ~ 600°C	-70°C/ -40°C** ~ 600°C	-70°C/ -40°C** ~ 600°C

\* GN<sub>2</sub> による冷却

\*\* イントラクーラーバージョンによる

# APPLICATIONS

## サファイアの比熱( $c_p$ )決定

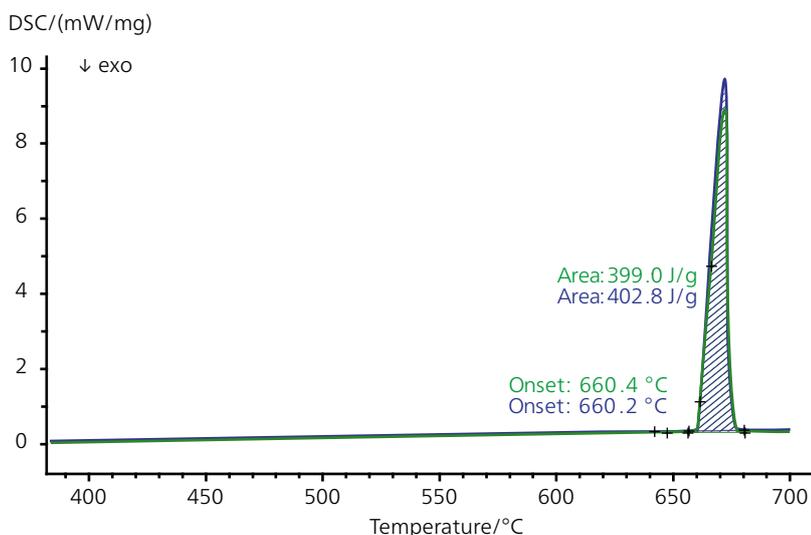


サファイアディスク (84mg) の比熱容量測定  
昇温速度: 20K/min、雰囲気: 窒素 (20ml/min)。 H-Module使用。

比熱容量は物質の熱物性のなかでも非常に重要なパラメーターです。比熱容量がわかれば物質の加熱に必要なエネルギー量を計算することができるため熱的なシミュレーションをおこなう場合に特に必要とされます。

左の図はサファイアを740°Cまで加熱して比熱容量を調べたグラフです。測定はDIN EN ISO 11357-4に規定された手順に沿って実施されています。青の曲線は測定値、緑の曲線は文献値をあらわしており、良好な相関関係が示されています。最高温度の達成時点でも偏差は1%未満に収まっています。

## アルミニウムの融解

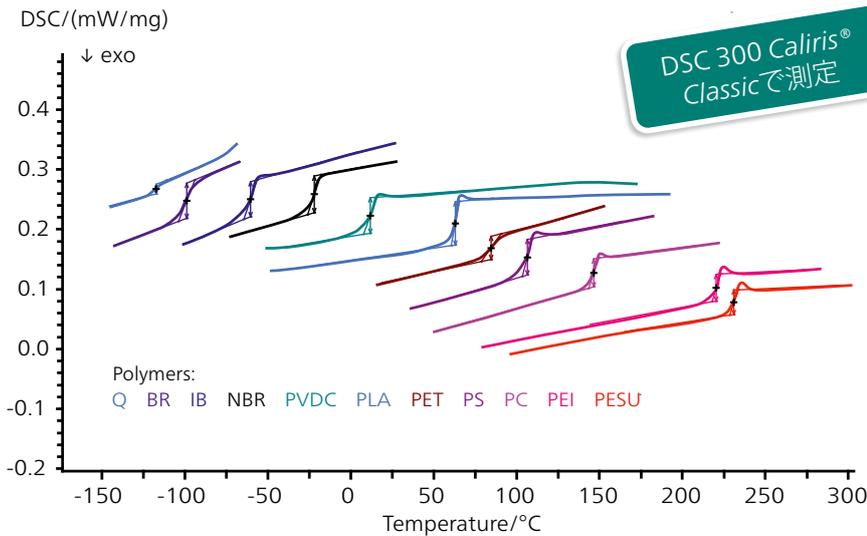


H-Moduleを使用したアルミニウムのDSC測定。  
サンプル質量: 約12mg、雰囲気:  $N_2$

アルミニウムは660°Cで融解するため、600°Cを上回る温度帯での測定にはアルミニウム以外の試料容器を使用する必要があります。

左の図はアルミニウム試料をプラチナ容器に入れてDSC測定をおこなったグラフです。二金属間の反応を避けるため、プラチナ容器にはアルミナライナーを敷設しています。これは時定数と熱量感度が影響を受けやすい繊細な試験ですが、おこなわれた二度の測定は非常に良好な再現性を示し、融解開始温度とエンタルピーの偏差は1%未満を実現しました。

## 各種高分子材料のガラス転移点



Glass Transition:

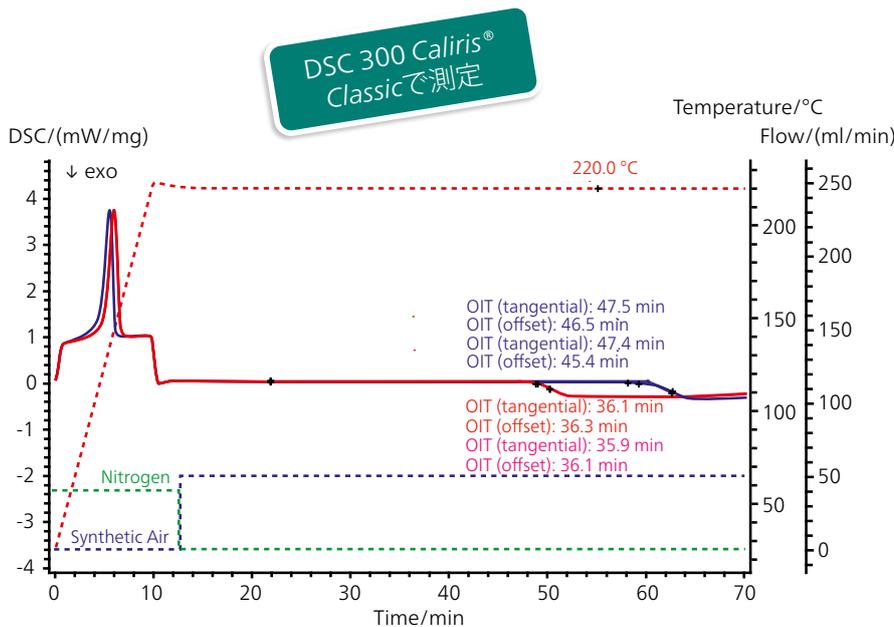
Mid: -120.6 °C  
Delta Cp\*: 0.079 J/(g\*K)  
Mid: -102.2 °C  
Delta Cp\*: 0.294 J/(g\*K)  
Mid: -63.6 °C  
Delta Cp\*: 0.354 J/(g\*K)  
Mid: -25.1 °C  
Delta Cp\*: 0.306 J/(g\*K)  
Mid: 8.4 °C  
Delta Cp\*: 0.298 J/(g\*K)  
Mid: 59.7 °C  
Delta Cp\*: 0.535 J/(g\*K)  
Mid: 81.3 °C  
Delta Cp\*: 0.192 J/(g\*K)  
Mid: 103.2 °C  
Delta Cp\*: 0.299 J/(g\*K)  
Mid: 143.3 °C  
Delta Cp\*: 0.231 J/(g\*K)  
Mid: 217.1 °C  
Delta Cp\*: 0.224 J/(g\*K)  
Mid: 227.7 °C  
Delta Cp\*: 0.205 J/(g\*K)

DSC を用いたガラス転移測定。2 回目加熱を比較。明瞭化のため Y 軸方向に曲線をシフト。  
試料質量: 約 10 mg、昇温速度: 10 K/min

高分子材料のガラス転移点 ( $T_g$ ) は、硬い「ガラス状」から柔らかい「ゴム状」へ変化する温度範囲を示します。たとえばエラストマーの使用可能温度範囲はガラス転移点に左右されます。ガラス転移は品質管理において重要な意味をもつ特性です。ガラス転移点を把握できれば加工条件の最適化、製品性能の確保、材料特性の一貫性維持に応用でき、最終製品の全体的な品質と信頼性の向上につながるためです。

材料の種類によってはガラス転移が幅広い温度範囲にわたって観察されます (エラストマー、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂など)。ガラス転移点 ( $T_g$ ) では特に比熱容量が変化するので DSC を用いると容易に検出できます。DSC 300 Caliris® Classic はさまざまな冷却装置を接続できるため、各種材料の  $T_g$  を同じ装置で測定できます。

## PE-HD 2 種の OIT 測定



グレードの異なる 2 種類の PE-HD 試料による OIT 測定結果。酸化安定性に差が見られた  
試料質量: 10.5 mg ± 0.2 mg、昇温速度: 20 K/min、試料容器: Al、フタなし、220 °C で雰囲気  
を窒素から合成空気雰囲気へ切り替え

酸化誘導時間 (OIT) は、安定物質の酸化分解に対する抵抗力の相対的な指標で、熱量変化の測定から求められます。試料を不活性ガス中で定常的に加熱し、酸素または空気に同じ速度で曝露します。試料を不活性ガス中で定常的に加熱し、酸素または空気に同じ速度で曝露します。

左の図は、グレードが異なる 2 種類の PE 試料について OIT 測定をおこなった結果を示しています。220 °C で空気雰囲気へ切り替えると酸化に対する安定性に差が出ています。酸化安定性は青色曲線の試料の方が高いと結論付けられます。こうしたデータは、有機材料や高分子材料を使用した、PE パイプなどの品質評価に非常に役立ちます。

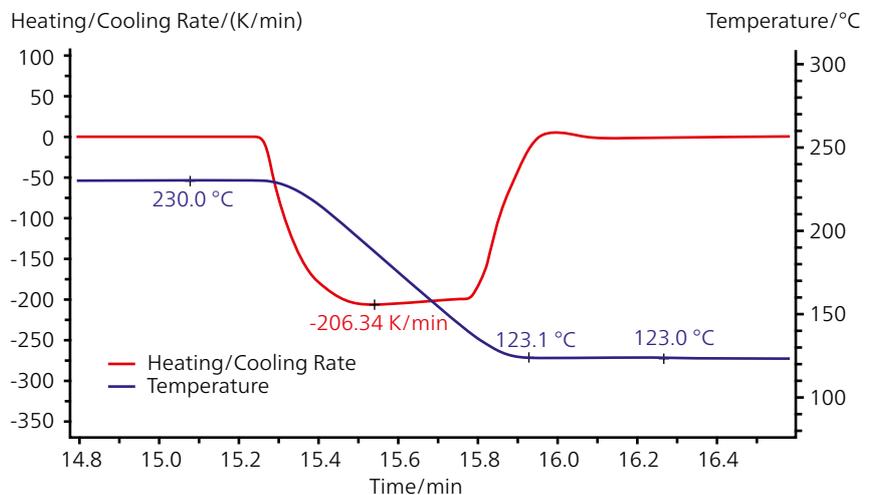
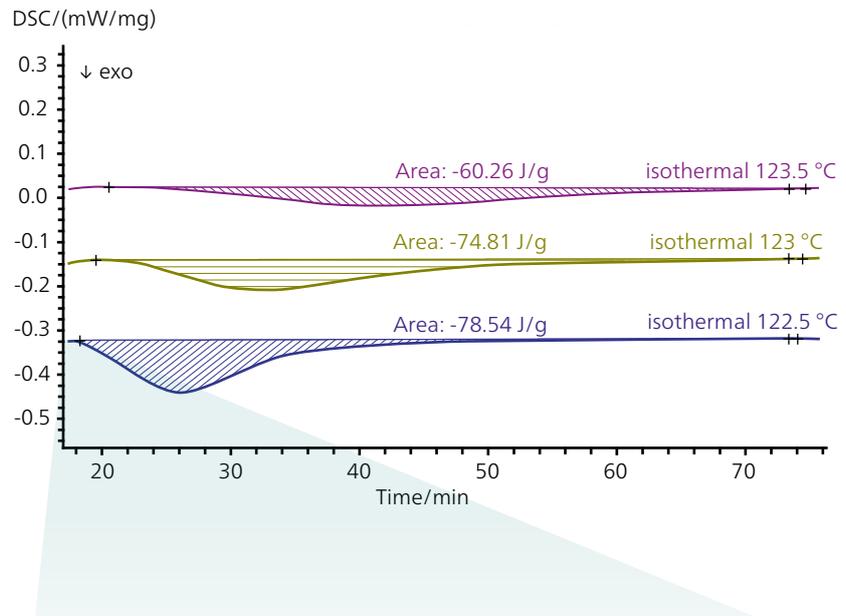
## 高密度ポリエチレンの等温結晶化



熱可塑性物質の結晶化挙動をより深く理解するのが等温結晶化測定です。この測定で得られるデータは材料の加工条件設定などに応用されます。

高密度PEを測定した右のグラフからは、通説どおり等温保持温度が低くなるにつれて試料のピークの傾きが急になり、より早くピークの最小値に到達していることがわかります。これは結晶化速度が上がることを意味します。また、等温保持温度が低いほど最終的な結晶化エンタルピー（ピーク面積）が大きく、結晶化度が高いことも示されています。

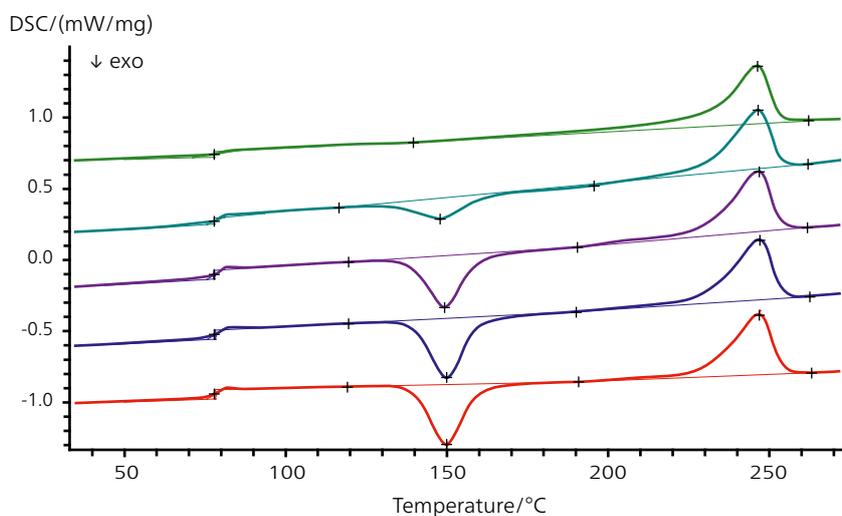
このDSC測定では冷却を高速でおこなう必要があります。（右下図参照）。Pモジュールには高速冷却機能が搭載されています。



P-Moduleで測定した異なる温度での結晶化を測定。サンプル質量:約5.5mg、アルミニウム製サンプルパン: Concavus (貫通蓋付き)、雰囲気: N<sub>2</sub>



## PET結晶化過程における冷却の影響



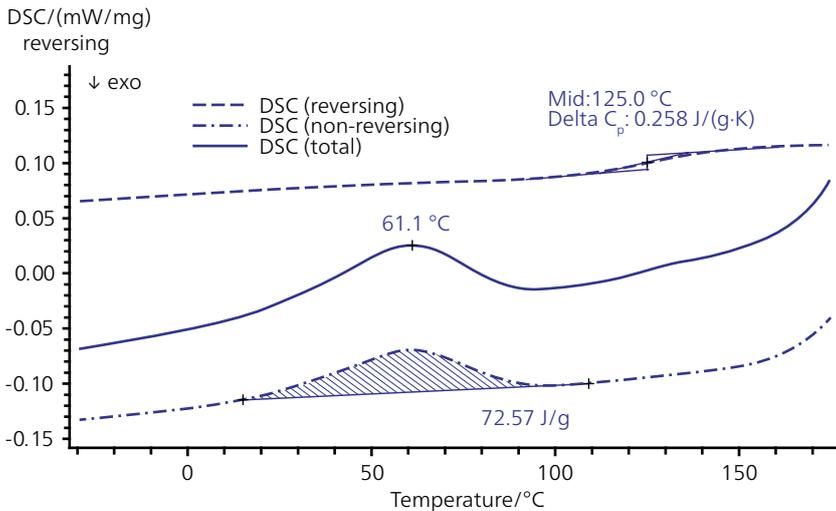
P-ModuleによるPET測定。サンプル質量：約5.5mg；  
アルミパン：コンカバス（貫通蓋付き）；雰囲気：N<sub>2</sub>；10K/分で2回目の加熱

ポリエチレン樹脂 (PET) は広く一般に使用されている半結晶性の熱可塑性ポリマーです。PETの結晶化度は結晶化速度に影響されます。急速に冷却すると、その後の加熱昇温過程で冷結晶化が顕著にあらわれるようになります。

左の図はPETをDSC測定したグラフです。ガラス転移による吸熱反応 (80°C付近)、冷結晶化による発熱反応 (ピーク温度150°C付近)、融解による吸熱反応 (ピーク温度247°C付近) などのさまざまな反応が示されています。物質の結晶化度は融解と冷結晶化のエンタルピーによって決定されます。物質中のアモルファスの割合がガラス転移に反映されます。ガラス転移点では比熱が変化します。この変化が大きいほどアモルファスの割合が大きいことを示します。

昇温速度 [K/min]	ガラス転移		結晶化		融解		結晶化度 [%]
	$\Delta c_p$ [J/(g·K)]	中間点 [°C]	エンタルピー [J/g]	温度 [°C]	エンタルピー [J/g]	温度 [°C]	
10	0.240	77.7			42.49	246.4	30.35
20	0.253	77.8	-18.11	147.7	38.44	246.7	14.35
50	0.368	77.9	-32.68	149.5	38.61	246.8	4.24
100	0.379	78.1	-34.15	150.1	38.42	247.0	3.05
200	0.394	78.2	-34.48	150.0	38.38	246.9	2.79

## Eudragit® L100-55の温度変調 DSC 測定

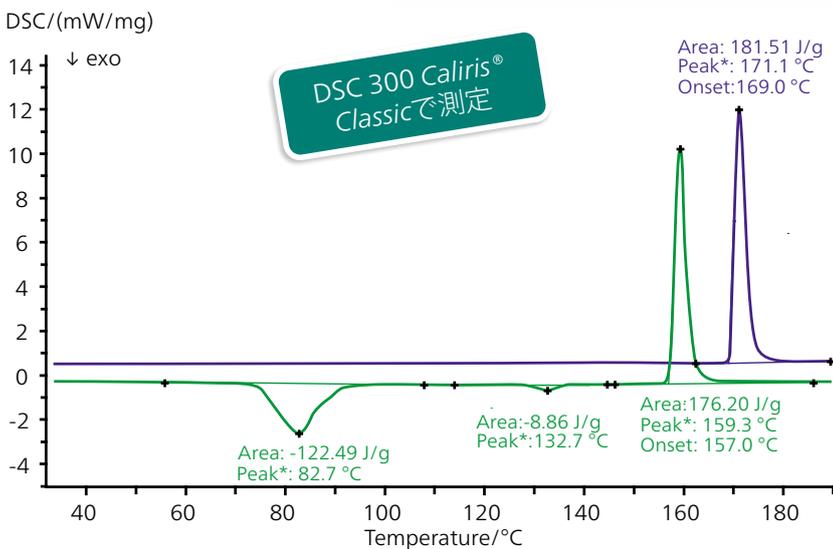


試料質量: 3.02 mg、定速昇温速度: 3 K/min、変調速度: ± 0.5 K、  
サイクルステップ: 60s、試料容器: アルミニウム容器+穴あきフタ、5モジュール使用

Eudragit® はアクリル酸とメタクリル酸のエステルおよび誘導体をベースとした非晶質共重合体(コポリマー)製品です。このコポリマーの機能的/物理的特性は、基本的にはポリマーに選択したモノマーとその特性に依存します。こうした特性はガラス転移温度などにも影響を与えます。ここで試料として使用したEudragit® L100-55は、市販の薬剤で実際に腸溶性コーティング剤として採用されている製品です。加熱中、様々な影響が生じます。さらに詳しく調べる為に、温度変調測定が実行されました。温度変調測定は定速昇温に正弦波の温度変調を重ね合わせて制御することで、標準的なDSC曲線を構成するすべてのシグナルを可逆成分と非可逆成分に分離できる技術です。左図のグラフでは水分放出などの時間依存性プロセスが非可逆シグナル曲線に検出されています。可逆シグナル曲線には熱容量の変化のみが含まれていますが、これがEudragit®のガラス転移に関連する情報です。



## パラセタモールの結晶多形

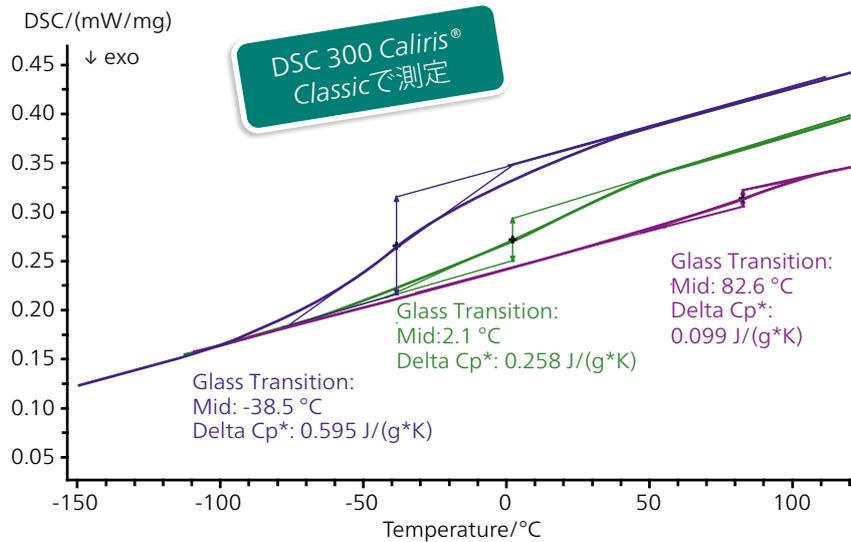


パラセタモールの DSC 測定(青曲線: 1 回目加熱、緑曲線: 2 回目加熱)  
試料質量: 1.54 mg、昇温・冷却速度: 10 K/min、1 回目加熱: 25°C~190°C、冷却: ~25°C、2 回目加熱: 25°C~190°C、雰囲気: N<sub>2</sub>、試料容器: Concavus® Al 容器 + 孔あきフタ

パラセタモールはアセトアミノフェンとも呼ばれ、解熱・鎮痛用の市販薬として広く一般に使用されています。パラセタモールは多形挙動を示します。多形とは物質が同じ化学組成を保ちながら結晶構造を変えて存在できる能力です。

パラセタモールはⅠ形、Ⅱ形、Ⅲ形と呼ばれる 3 つのバリエーションが知られており、Ⅰ形は其中でもっとも安定した形態でかつ、速くよく溶けるので、特に多く使用されています。左図はパラセタモールの DSC 測定をおこなったグラフです。温度と速度を制御しながら、あいだに冷却ステップを挟んで 2 回加熱しています。1 回目の加熱では 169°C で吸熱ピークの開始が検出されており、これはⅠ形の融点の値とよく一致しています。低温または結晶化後のプロセスにより、82.7°Cの形態Ⅲが生成される。形態Ⅲは形態Ⅱ(ピーク温度 132.7°C)に変化し、最終的に157°Cで融解します。

## 香辛料の適切な保存条件



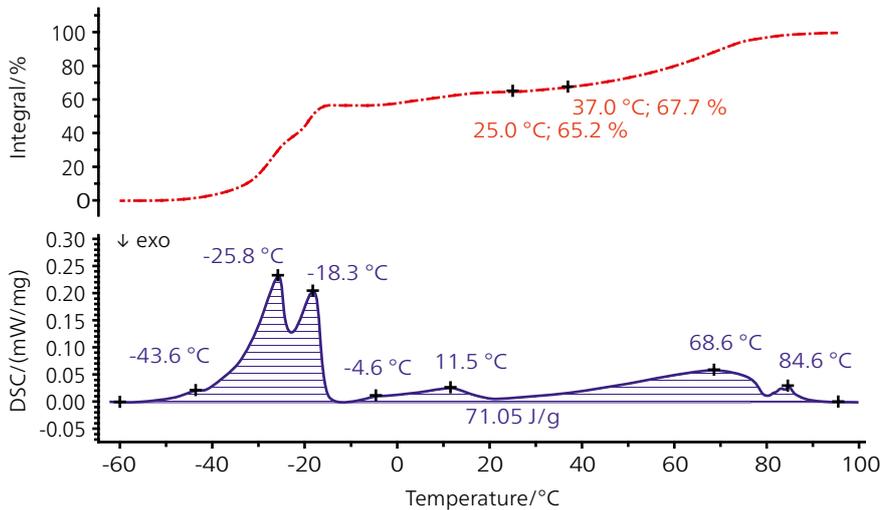
水分含量の異なるターメリック 3 試料の DSC 測定。試料質量: 10.71 mg / 10.05 mg / 11.03 mg、試料容器: Concavus<sup>®</sup> Al 密閉容器、昇温速度: 10 K/min、測定温度範囲: -170 ~ 120 °Cまで加熱。  
 緑曲線: 受領時状態粉末、青曲線: 湿潤粉末 (相対湿度 100%、室温で 20 分間放置)、紫曲線: 乾燥粉末 (粉末を 80°C で 45 分間乾燥)

ターメリック (別名ウコン、クルクマ) はショウガ科の植物の根茎から採れる香辛料です。抗炎症作用と抗酸化作用を持つ黄色の色素で、食品添加物 E 100 として使用されています。

市販のターメリック粉末のガラス転移温度 ( $T_g$ ) は  $-2.1^{\circ}\text{C}$  (中点) で、非晶質であることがわかります。香辛料などの粉末製品のガラス転移温度 ( $T_g$ ) は、その品質と保存期間の両方に影響を与えます。粉末は  $T_g$  を超えると柔らかくなって粘り気が増し、粒子が固化することがあります。つまり、香辛料を乾燥させて粉碎し、粉末製品に加工する過程でかたまりをつくらなくするために  $T_g$  を理解しておくことは非常に重要です。

左図の例では、湿度 100% で 20 分間放置した場合のガラス転移点は  $-39^{\circ}\text{C}$  にシフトしています (青曲線) が、あらかじめ乾燥室で乾燥させた場合のガラス転移点は  $83^{\circ}\text{C}$  となります (紫曲線)。

## 市販リップスティック 二種のDSC測定



市販リップスティックのDSC測定。Sモジュール使用  
 試料質量: 10.28 mg、昇温速度: 5 K/min、試料容器 密閉型アルミニウム、雰囲気 窒素  
 グラフは 2 回目加熱 (青) と DSC 積分曲線 (赤)

リップスティックはヒマシ油、ヤシ油、カルナウバロウ、ミツバチロウなどの油脂、ワックス、オイル類から作られ、軟化剤や着色顔料等の添加物が含まれています。たとえばカルナウバロウは  $80^{\circ}\text{C}$  を超えないと融解しませんが、こういった融点の高い成分は製品を長持ちさせます。それと同時に融点の低い成分を含めることで滑らかで均一な塗り心地を実現します。

左の図は市販のリップスティックを  $-60^{\circ}\text{C}$  ~  $100^{\circ}\text{C}$  で加熱した測定では、複雑な材料配合が反映され、少なくとも7点の吸熱反応が起きていることがわかります。

上の積分曲線 (赤) には融解の進捗があらわれています。  $25^{\circ}\text{C}$  で混合物の 65% がすでに融解 (液化) していますが、残りの 35% ( $100-65$ ) はまだ固体です。固体脂含有量が  $25^{\circ}\text{C}$  では 35%、  $37^{\circ}\text{C}$  (体温) では約 32% となることが示され、指定した温度範囲で融解する油脂、ワックス等の総量によって変化があると考えられます。



## DSC 300 Caliris®

	Supreme			Select			Classic
タッチディスプレイモニター	■			■			□
仕様モジュール	自由に選択・アップグレード可能			固定			-
Module type	H	P	S	H	P	S	-
最高温度/°C	750	600	600	650	600	600	600
温度精度 /K (インジウム)*	± 0.05	± 0.1	± 0.1	± 0.05	± 0.1	± 0.1	± 0.1
昇温/冷却速度 K/min**	0.001 ~ 200	0.001 ~ 500	0.001 ~ 100	0.001 ~ 200	0.001 ~ 500	0.001 ~ 100	0.001 ~ 100
LN <sub>2</sub> 冷却最低温度 °C/min	-180	-170	-170	-180	-170	-170	-170
インタクーラー冷却 最低温度°C/min.	-90	-70/-40	-70/-40	-90	-70/-40	-70/-40	-70/-40
圧縮空気冷却最低温度 °C/min	<0	<0	<0	<0	<0	<0	<0
密閉設計	■	■	■	■	■	■	■
雰囲気ガス	不活性/酸化、固定/変動						
内蔵型 3系統 MFC	■	■	■	■	■	■	□
4統系 MFC***	□	□	□	-	-	-	-
ASC (試料192+基準物質12)	□	□	□	□	□	□	-
ASC (試料 20)	-	-	-	-	-	-	□
穴開け構機	□	□	□	□	□	□	-
100 Hz データ取得	■	■	■	□	□	□	-
エンタルピー精度/%	< 1% (アダマンタン、インジウム、亜鉛)、< 2% (その他物質)						
測定範囲/mW	± 750	± 750	± 650	± 750	± 750	± 650	± 650
無期限保証****	□	□	□	□	□	□	□

\* 測定値と「真値」(文献値)との偏差

\*\* 冷却装置によって異なる

\*\*\* ガス混合用

\*\*\*\* メンテナンス契約に関連して

■ 標準搭載機能  
□ オプション

# Technical Specifications

NETZSCH Groupは、ドイツに本社を置く国際的なテクノロジー企業です。事業部門は Analyzing & Testing (分析・試験)、Grinding & Dispersing (粉碎・分散)、Pumps & Systems (ポンプ・システム) に分かれており、それぞれが高度な専門業務を担い、ソリューションを提供しています。36か国の営業・サービス拠点に4000人以上のスタッフを擁し、世界中のお客様に専門的なサービスを身近にご利用いただいています。

わたしたちは高いパフォーマンス基準を自らに課しています。1873年からその正しさを証明し続ける、すべてにおいて卓越したパフォーマンスを提供する「Proven Excellence」をお約束します。

熱分析、熱量測定 (断熱・反応)、熱物性測定、レオロジー、耐火試験はNETZSCHにおまかせください。わたしたちは60年にわたるアプリケーションの経験、幅広いラインナップの最新装置、包括的なサービスを提供し、お客様のあらゆる要求を満たすだけでなく、あらゆる期待を上回るソリューションをお届けします。

# Proven Excellence.

**NETZSCH®**

ネッチ・ジャパン株式会社

営業本部・テクニカルサポートセンター

〒221-0022 横浜市神奈川区守屋町3-9-13

Tel : 045-453-1962 (代) Fax : 045-453-2248

大阪営業所

〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島3-23-15

Tel: 06-6308-5550 (代) Fax: 06-6308-5610



**NETZSCH®**

[www.netzsch.com](http://www.netzsch.com)

発行日: 2024年8月1日